An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. de Méx. 51, (1980) Ser. Zool. (1): 433-442, 28-XII-1981

APLICACIÓN DE RAYOS GAMMA DURANTE EL DESARROLLO POSTEMBRIONARIO DE *SITOPHILUS ZEAMAIS* MOTS. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) Y SU EFECTO EN LA EMERGENCIA Y SOBREVIVENCIA DE ADULTOS

MARIO RAMÍREZ MARTÍNEZ*

RESUMEN

En los países tropicales, las pérdidas durante el almacenamiento de los granos, llegan a alcanzar hasta un 25 o 30 por ciento. *Sitophilus zeamais* Mots. es un coleóptero-curculiónido que ataca preferentemente al maíz en el campo y en las bodegas, siendo una de las plagas de granos almacenados más importantes en México.

Con una fuente de Cobalto 60 se irradiaron granos de maíz que contenían estados de huevecillo, cuatro estadios larvales, pupas y adultos a punto de emerger de la semilla, a dosis de 0, 10, 20, 30 y 50 kilorads y se observó que a mayor dosis aplicada a cada estado de desarrollo postembrionario, menor emergencia de adultos. Para determinar la dosis letal cien, se irradiaron adultos de *Sitophilus zeamais* sin grano a dosis de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 y 100 kilorads, observándose que a mayor dosis, menor tiempo de sobrevivencia.

Se concluye que a una dosis tan baja como 10 kilorads, aplicada a un grano infestado por este gorgojo, es suficiente para provocar la mortandad total de los estados juveniles y la esterilización de pupas y adultos.

Palabras clave: Radiaciones, *Sitophilus zeamais* Mots., gorgojo del maíz, Curculionidae, México.

ABSTRACT

Loses of stored grain in tropical countries rise up to 25 or 30 per cent. *Sitophilus zeamais* Mots. is coleoptera-curculionidae that preferably damages the corn, so in the field as is storage; being this, one of the most important pests of stored grains in Mexico.

With a Cobalt-60 source, corn grains were irradiated, these grains contained developed states of egg, four larval instars, pupae and ready-emerging adults from seed, with doses of 0, 10, 20, 30 and 50 kilorads and it was observed that to a high dose for each postembryo developing state ,there was a lesser emerging of adults. To determine the letal dose-100, *Sitophilus zeamais* adults were irradiated without grain, with doses of 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75 and 100 kilorads, the observation resulted that a more dose, a less time of survival.

From this, the conclusion is that a less dose of 10 kilorads applied to an infested grain is enough to cause a total mortality of young states, and the sterilization of pupae and adults.

Key words: Radiations, *Sitophilus zeamais* Mots., corn weevil, Curculionidae, Mexico.

* Instituto de Biología, Laboratorio de Entomología, UNAM.

Introducción

El almacenamiento de granos y semillas en el mundo reviste una importancia muy grande para la mayoría de los países, ya que los problemas de alimentación y economía giran en torno a la calidad y cantidad del grano acumulado (Ramírez, G. M., 1976).

Las pérdidas en el almacenamiento de granos suelen ser muy altas en países tropicales como el nuestro, en donde las plagas suelen producir hasta un 25 y 30% de mermas en la producción nacional (Ramírez, G. M., 1976).

Sitophilus zeamais Mots. es un coleóptero de la familia de los curculiónidos; se le conoce comúnmente como "gorgojo" y ataca preferemente al maíz, aunque puede alimentarse de trigo y otros granos. Por mucho tiempo se le confundió con *Sitophilus orizae* (L.) debido a su similitud morfológica, hasta que Kuschel, 1961 (*in* Pesson, P. y G. K. Girish, 1968), mostró que *Sitophilus zeamais* tiene dos surcos longitudinales en el edeago, mientras que el de *Sitophilus orizae* es liso (fotografía 1).

Muchas son las investigaciones que se han hecho sobre el uso de radiaciones gama en insectos de granos almacenados; sin embargo, pocos trabajos se han realizado sobre el efecto de las radiaciones de Cobalto 60 en *Sitophilus zeamais* Mots., y menos aún su acción en todos los estados de desarrollo postembrionario. Considerando que *Sitophilus zeamais* es una las especies más dañinas para granos en México y que sus particularidades en el ciclo de vida son los componentes de todo un problema actual, tanto en el campo como en el almacén, se decidió llevar a cabo esta investigación usando los rayos gamma que tienen la ventaja de ser un sistema de combate de alta eficiencia sin producción de residuos tóxicos en los granos.

Los trabajos sobre aplicación de radiaciones a insectos de granos almacenados se hallan actualmente en estudio en todo el mundo y los resultados parecen ser muy prometedores; investigaciones sobre efectos de la radiación en *Sitophilus zeamais* han sido registradas por Cornwell (1966), Pesson y Girish (1968), y Brown, *G. A. et. al.* (1972). Este estudio es una aportación para comprender el efecto de las radiaciones gamma en los diferentes estados de desarrollo postembrionario del insecto y su acción en la emergencia de los adultos, así como la posible aplicación de este tipo de radiación como método de combate en México.

Material y Métodos

Se cultivaron en condiciones óptimas de temperatura y humedad, granos de maíz infestados con diferentes estados de desarrollo postembrionario de *Sitophilus zeamais* Mots., para obtener el material adecuado para el experimento.

De esta forma, 35 lotes con 200 gramos de maíz infestados mediante oviposición de hembras adultas (de uno a cinco días de edad) a diferentes tiempos (distintas etapas de desarrollo), fueron irradiados con rayos gamma a 10, 20, 30 y 50 kilorads (kr.) con una fuente de Cobalto 60 de un gamma cell de 2600 curies, determinando la dosimetría con el uso del sistema de fluoruro de litio termoluminiscente. Se mantuvo una muestra no irradiada de similares características

que los lotes experimentales y que actuó como testigo. Se comprobó el estado de desarrollo de los insectos utilizando 60 gramos de maíz que posteriormente fueron fotografiados con rayos X.

Seis gramos de muestras irradiadas de cada estado de desarrollo de *Sitophilus zeamais* se colocaron en pequeños frascos de 60 ml con sus tapones de algodón, de forma tal que se tenían 10 frascos por cada dosis usada en cada estado de desarrollo. Los estados del ciclo de vida de *Sitophilus zeamais* experimentados, fueron huevecillos de un día, larvas del primero, segundo, tercero y cuarto estadios, pupas y adultos. Se tuvieron lotes experimentales con tres repeticiones y se fue registrando el número de adultos que emergían del grano para finalmente obtener la media y el porcentaje de emergencia en cada dosis de irradiación.

Por otra parte, para determinar la mortalidad de los adultos y obtener la dosis letal cien, se usaron 2400 adultos de *Sitophilus zeamais* de un día de edad, los que fueron irradiados sin granos a 5, 10, 20, 30, 50, 75 y 100 kilorads y los testigos. Los gorgojos irradiados se colocaron en grupos de diez en cada frasco de 60 ml con tapón de algodón, a razón de 10 frascos por dosis, agregándoles después del tratamiento seis gramos de alimento para su sustento. Las muestras se experimentaron con tres repeticiones. Se contaron día a día los insectos muertos y se registraron en sus respectivas tablas hasta obtener la mortalidad total de las poblaciones.

Las muestras en experimentación se mantuvieron en una cámara de incubación a 27 ± 1°C y 65 ± 5% de humedad relativa que son las condiciones óptimas de desarrollo de este insecto.

Resultados

La emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* en los granos, después de haber sido irradiados en diferentes etapas de su desarrollo y a diferentes dosis con rayos gamma, se muestra en la tabla uno y en la gráfica uno. En éstas se puede observar con claridad que a mayor dosis, menor emergencia para cada uno de los estados de desarrollo; inclusive en el estado de huevecillo y estadios larvales uno y dos hubo emergencia solamente en el testigo.

El estadio larval tercero mostró una bajísima emergencia del 0.1% en 10 kr, en comparación con la del testigo que fue alta; y para las demás dosis aplicadas la emergencia fue nula.

En el cuarto estadio larval, la emergencia de adultos desde 20 kr a 50 kr fue muy pequeño y en 10 kr no llegó a la mitad del porcentaje.

El estado pupal fue uno de los más resistentes, obteniéndose una alta emergencia de 72.3% en 10 kr, pero menor del 50% en las otras dosis.

El adulto recién formado que aún se hallaba en el interior del grano al ser irradiado, también presenta alguna resistencia en 10, 20 y 30 kr, pero en 50 kr la población de adultos emergida fue pequeña.

Se agregó en la tabla uno y gráfica uno el tiempo que le tomó a *Sitophilus zeamais* llevar a cabo su ciclo de vida en condiciones óptimas y que nos sirvió

de guía para conocer el estado de desarrollo que se estaba gestando dentro del grano.

En la tabla dos se pueden observar los resultados del número de días transcurridos para obtener el cien por ciento de la mortalidad de la población (DL-100) en los adultos de *Sitophilus zeamais* irradiados sin grano. Es claramente observable que a mayor dosis, menor tiempo de sobrevivencia, en comparación con el testigo que duró cien días en estado adulto.

Discusión

Los resultados de esta investigación muestran una similitud con los obtenidos por Brown G. A. *et. al.* (972) y Pesson, P. (1968) en cuanto a la emergencia de adultos a partir de pupas irradiadas; todo parece indicar que dicho estado de desarrollo presenta por algún tiempo cierta radiorresistencia, pero finalmente las poblaciones decaen con mayores dosis (Gráfica uno).

En general, la emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* en los granos, después de ser irradiados en sus diferentes estados de desarrollo, muestran una interesante coherencia (Tabla uno) y es muy clara la susceptibilidad de los estados de desarrollo más jóvenes (de huevecillo a larva del tercer estadio). Además, como ya se hizo notar en los resultados, a mayor dosis de irradiación, menor emergencia de adultos en cada estado de desarrollo. Por otra parte, la dosis letal cien (Tabla dos) se obtiene en menor tiempo según se aumente la dosis para los adultos de *Sitophilus zeamais.*

Los resultados son tan claros que nos muestran la efectividad de este sistema de combate en los diferentes estados de desarrollo de *Sitophilus zeamais.* De acuerdo con los resultados obtenidos, se sugiere que si un grano se trata a 10 kr antes de quince días de observarse aparentemente infestado, se puede evitar el nacimiento de adultos que produzcan daños, porque con esta dosis se eliminan los primeros estados de desarrollo del insecto que se pudieran encontrar en el interior de la semilla (Tabla uno). Por otra parte, si la presencia de adultos o pupas es obvia, supondremos que es necesario aplicar una dosis de 100 kr para que a los dos días murieran, según tabla dos de este experimento; sin embargo, esto no es totalmente cierto, porque esta última dosis no es muy usual como pudiera pensarse, ya que a dosis mucho más pequeñas, como cinco o diez kilorads, se provoca la esterilidad de adultos emergidos de *Sitophilus zeamais,* como lo prueban Brown, G. A. *et. al.* (1972) y Cornwell, P. B. (1966) en sus investigaciones. Así que podemos concluir que, con una dosis tan baja como 10 kilorads, aplicada a un grano infestado por *Sitophilus zeamais,* puede ser suficiente para combatir los estados juveniles y provocar una esterilización de adultos y pupas. Sin embargo, medidas preventivas de la Agencia Internacional Atómica de Viena y los países desarrollados, que ya están usando este método de combate, han recomendado una dosis de hasta 25 kr, la cual no provoca ningún daño bromatológico al grano irradiado.

Si en México pudiera o no ser aplicable este método, es cuestión de costos y comparación con otros sistemas de combate, pero lo cierto es que su uso ha resul-

tado ser un método que no deja residuos tóxicos en la semilla, no altera la calidad nutritiva del grano, no provoca contaminación ambiental y no resulta demasiado difícil en su aplicación a grandes volúmenes. Creo que el gran cúmulo de investigaciones que se han llevado a cabo en las últimas décadas, sobre la aplicación de radiaciones a insectos de granos almacenados, están aportando en la actualidad un uso inmediato para el combate de plagas. En el futuro será necesario llevar al cabo un estudio económico para comparar los diferentes sistemas, así como la investigación en otras ramas del gran campo de la entomología económica, referente al almacenamiento de granos.

Agradecimientos

Se agradecen las sugerencias y ayuda del Dr. John H. Brower y Jimmy Edenfield del Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo de Insectos de Productos Almacenados del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Savannah, Georgia, así como los comentarios y revisión del trabajo del Dr. F. L. Watters de la Sección de Protección de Cereales del Departamento de Agricultura del Canadá en Winnipeg, de la Dra. Julieta Ramos Elorduy de Conconi del Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM, y del Licenciado en letras inglesas Bernardo Morales Ramos.

Parte de los experimentos fueron llevados al cabo por el autor en el Laboratorio de Radiaciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Savannah, Georgia y la comprobación, repetición y obtención de los resultados en el Insectario del Instituto de Biología de la UNAM, México.

LITERATURA CITADA

Brown, G. A., J. H. Brower y E. W. Tilton, 1972. Gamma radiation effects on *Sitophilus zeamais* and *S. granarius*. *J. Econ. Entomol.* *65*(1):203-205.

Cornwell, P. B .and J. O. Bull, 1960. Insect control by gamma-irradiation and appraisal of the potentialities and problems involved. *J. Sci. Food Agr.* 11(12):754-768.

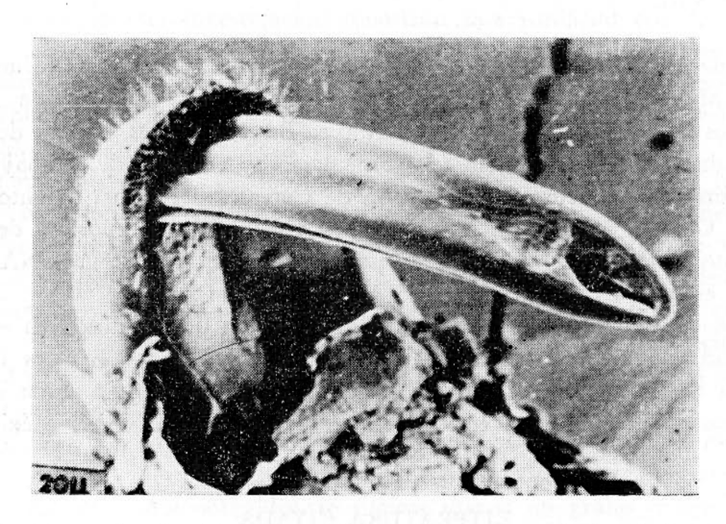
Cornwell, P. B. ,1966. Suceptibility of the grain and rice weevils. *Sitophilus granarius* (I) and *Sitophilus zeamais* Mots. to gamma radiation. p. 1-8 en P.B. Cornwell (ed.) the *Entomoly of Radiation desinfestation of Grain*. Pergamos Press, New York.

Pesson, P., and G. K. Girish, 1968. Sensibilité de devers stades de développment de *Sitophilus zeamais* Mots. (= *S. oryzae* L.) aux radiations ionísantes. Étude des stades endogés por radiographie et enregistretment actographique. *Ann. Épiphyt.* París. *19*(3): 513-531.

Ramírez, G. M., 1976. *Almacenamiento y conservación de granos y semillas.* Ed. Continental. México. 300 págs.

Ramos-Elorduy de Conconi, J. y Ramírez, M. M., 1979. Efecto de la razón de dosis de los rayos gamma sobre la oviposición y emergencia de *Prostephanus truncatus* (Horn.) *An. Inst. Biól. Univ. Nal. Autón. México. 50, Ser. Zoología* (1):363-374.

Watters, F. L., 1968. An appraisal of gamma irradiation for insect control in cereal foods. *Manitoba Entomol.* 2:37-45.

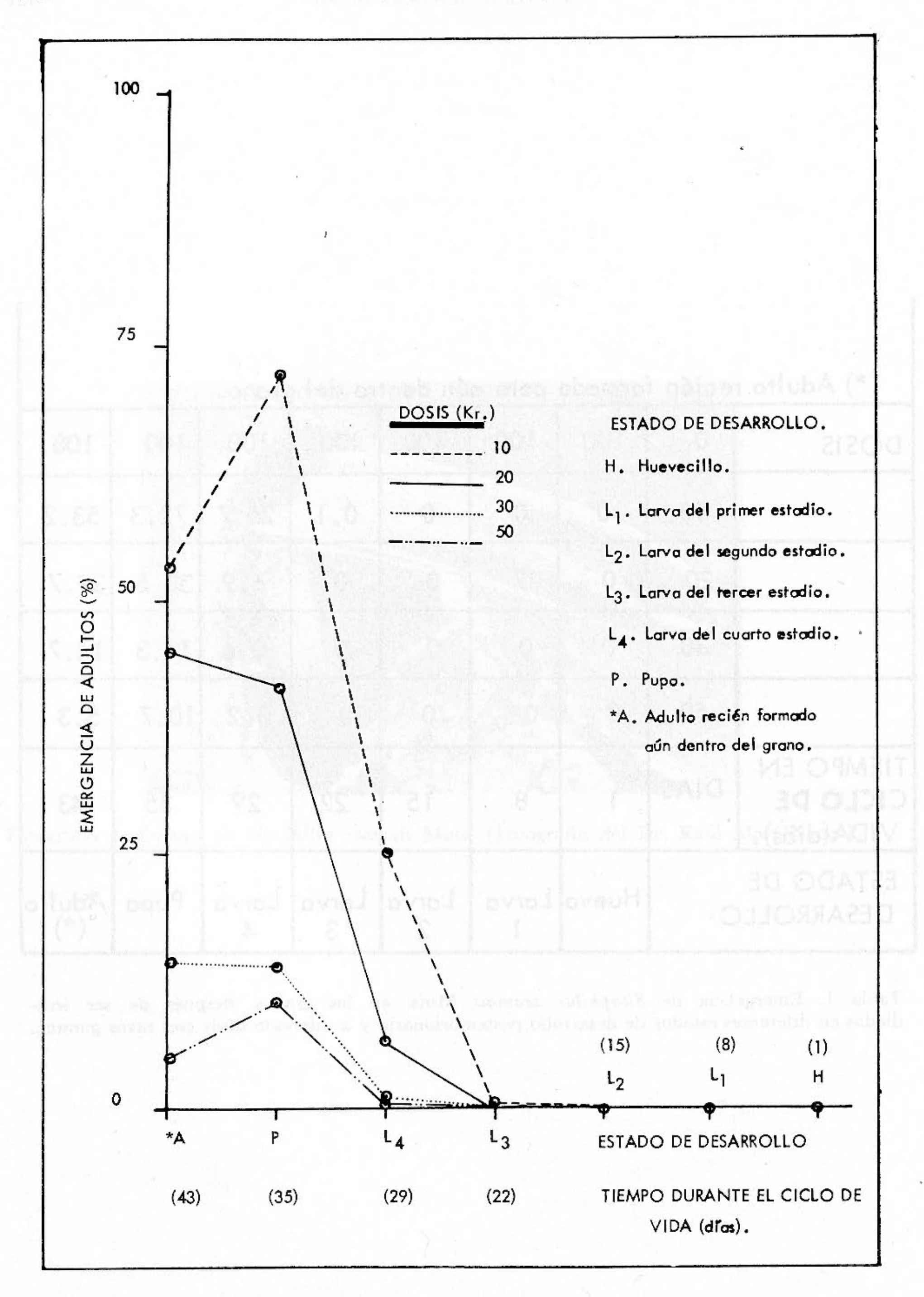


Fotografía 1. Edeago de *Sitophilus zeamais* Mots. (Fotografía del Dr. Raúl MacGregor L.)

(*) Adulto recién formado pero aún dentro del grano.

DOSIS	0	100	100	100	100	100	100	100
	10	0	0	0	0.1	25.7	72.3	53.2
	20	0	0	0	0	6.9	33.5	39.7
	30	0	0	0	0	0.6	14.3	14.7
	50	0	0	0	0	0.2	10.7	5.3
TIEMPO EN CICLO DE VIDA(días).	DIAS	1	8	15	22	29	35	43
ESTADO DE DESARROLLO		Huevo	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Pupa	Adulto (*)

Tabla 1. Emergencia de *Sitophilus zeamais* Mots. en los granos, después de ser irradiados en diferentes estados de desarrollo postembrionario y a diferente dosis con rayos gamma.



Gráfica 1. Porcentaje de emergencia de adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. en los granos, después de ser irradiados a diferentes dosis con rayos gamma (kilorads) en un gama-cell, en diferentes estados de desarrollo postembrionario.

DOSIS (Kr.)	DOSIS LETAL CIEN (días).
0	100
5	83
10	19
20	16
30	14
50	5
100	2

Tabla 2. Número de días transcurridos en la sobrevivencia de adultos de *Sitophilus zeamais* Mots. tratados sin granos y con rayos gamma de una fuente de Cobalto 60.